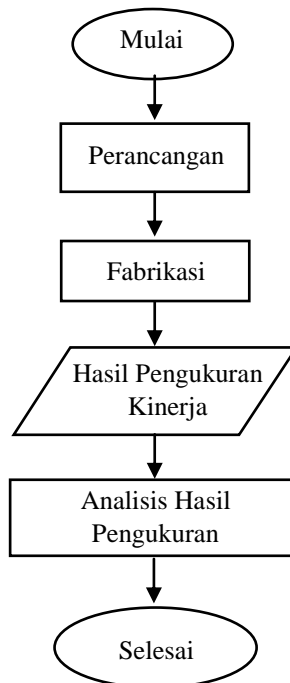


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan adalah rancang bangun struktur dimulai dari desain pada perangkat lunak CST Studio Suite sampai dilakukan fabrikasi untuk melihat kinerja desain. Desain perangkat dibuat menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite berdasarkan desain referensi dengan dimensi lebar saluran menggunakan hasil perhitungan rumus. Setelah rancangan perangkat selesai dibuat, rancangan disimulasikan lalu hasil simulasi dijadikan data awal yang akan dioptimalisasi melalui perubahan dimensi maupun bentuk awal desain sampai ditemukan desain paling optimal untuk dilanjutkan pada proses fabrikasi.

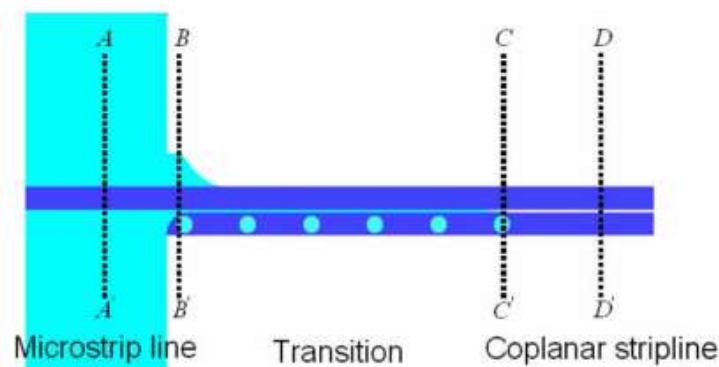
Agar tujuan dari penelitian ini dapat tercapai maka diperlukan kerangka/tahapan dalam setiap langkah penelitian. Terdapat beberapa tahapan dalam penelitian ini yaitu tahap perancangan, fabrikasi, dan pengukuran. Tahapan tersebut direpresentasikan menjadi kerangka tahapan menggunakan diagram alir seperti Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Tahapan Penelitian

3.2 Perancangan Perangkat

Perancangan perangkat mengikuti desain referensi yaitu saluran transisi dengan taper berbentuk ground yang diaplikasikan pada bahan substrat RT/Duroid 5880 (Kim et al., 2007). Desain dipilih karena dapat diaplikasikan ke berbagai substrat dengan perbedaan konstanta dielektrik. Gambar 3.2 menunjukkan desain dari transisi balanced-unbalanced yang dijadikan desain referensi. Desain terdiri dari tiga bagian, yaitu saluran *microstrip*, struktur transisi dan saluran *coplanar stripline*. Tabel 3.1 menyajikan detail parameter dimensi, substrat dan impedansi dari desain referensi.

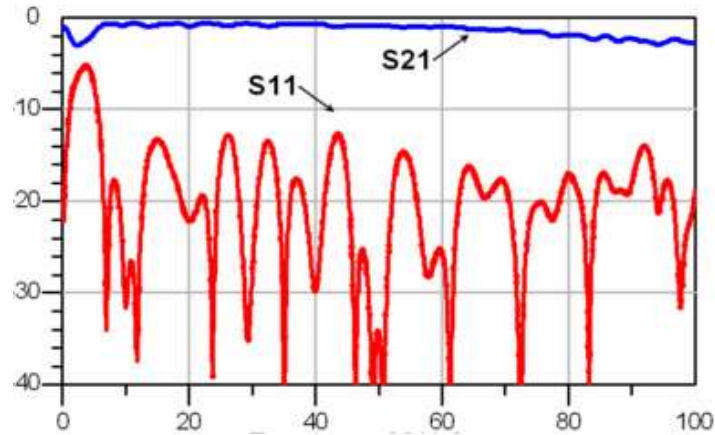


Gambar 3.2. Desain referensi.

Tabel 3.1. Detail parameter dimensi, substrat dan impedansi desain referensi.

Parameter	Dimensi
Panjang Saluran Microstrip	200 mil / 5,08 mm
Panjang Saluran CPS	190 mil / 4,83 mm
Panjang Struktur Transisi	500 mil / 12,7 mm
Jarak Kedua Strip CPS	5 mil / 0,13 mm
Lebar Strip Microstrip	30 mil / 0,76 mm
Lebar Kedua Strip CPS	30 mil / 0,76 mm
Lebar Strip Struktur Transisi	30 mil / 0,76 mm
Diameter Via	-
Konstanta Dielektrik Bahan	2,2
Ketebalan Bahan	10 mil / 0,25 mm
Impedansi Balanced	129 Ω
Impedansi Unbalanced	50 Ω

Hasil dari simulasi desain referensi pada penelitian yang telah dilaksanakan ditunjukkan pada Gambar 3.3. Hasil simulasi desain referensi menunjukkan bahwa desain dapat bekerja pada frekuensi 6 sampai 100 GHz.



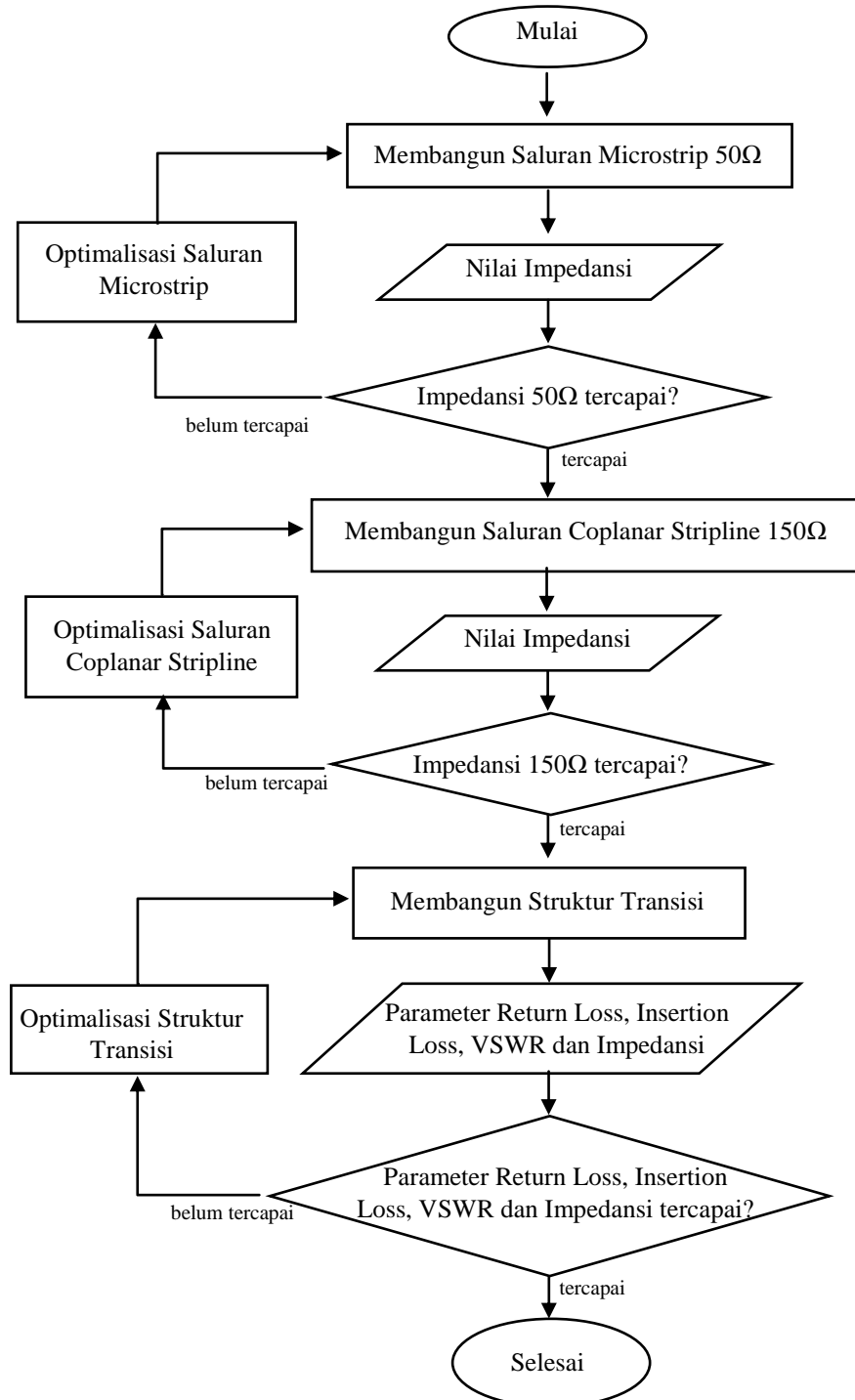
Gambar 3.3. Hasil simulasi desain referensi.

Pada penelitian ini, desain dirancang mengikuti desain referensi dengan menggunakan substrat FR4. Diharapkan desain yang dirancang memiliki spesifikasi berikut,

- a. Frekuensi kerja : 2-18 GHz
- b. VSWR : < 2
- c. Impedansi *Balanced* : 150Ω
- d. Impedansi *Unbalanced* : 50Ω
- e. *Return Loss* : $< -10\text{dB}$
- f. Bahan FR4 dengan konstanta dielektrik 4,4 dan ketebalan 1,6 mm

3.2.1 Tahap Perancangan Desain

Tahapan perancangan desain dilakukan dengan menggunakan CST Studio Suite. Proses perancangan direpresentasikan oleh Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4. Tahap perancangan desain.

3.2.2 Perancangan Saluran Microstrip

Perancangan saluran *microstrip* dilakukan dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus untuk mencari lebar *strip*. Jika nilai konstanta dielektrik sebesar 4.4 pada ketebalan 1,6 mm, maka lebar saluran *microstrip* dengan impedansi 50 Ω dapat dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 5.

$$B = \frac{377\pi}{2 \cdot 50\sqrt{4,4}} = 5,65 \quad (14)$$

$$\frac{W}{d} = \frac{2}{\pi} \left[5,65 - 1 - \ln(2 \cdot 5,65 - 1) + \frac{4,4 - 1}{2 \cdot 4,4} \left\{ \ln(5,65 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,4} \right\} \right] \quad (15)$$

$$\frac{W}{d} = 1,85 \quad (16)$$

$$W = 1,85 \cdot d = 1,85 \cdot 1,6 = 2,96 \quad (17)$$

Didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan rumus pada Persamaan 5, lebar bagi saluran *microstrip* adalah 2,96 mm. Namun karena ketelitian pada proses fabrikasi yang mengharuskan dimensi tidak lebih kecil dari 0,1 mm maka pada simulasi dimensi saluran *microstrip* dibulatkan menjadi 2,9 mm.

3.2.3 Perancangan Saluran Coplanar Stripline

Setelah menentukan lebar saluran *microstrip*, langkah selanjutnya adalah merancang struktur *coplanar stripline* (CPS). CPS memiliki dua *strip* yang dipisahkan *gap* atau jarak. Impedansi saluran CPS dapat berubah sesuai lebar *strip* dan *gap*. Setelah lebar salah satu *strip* diketahui ukurannya (2,9 mm), maka langkah selanjutnya adalah menambah *strip* dengan lebar yang sama lalu menentukan *gap* agar dicapai impedansi 150 Ω .

Lebar *gap* atau jarak diantara kedua *strip* agar dicapai impedansi CPS sebesar 150 Ω dapat dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 13.

$$G = 21.385 \left\{ \left(\frac{120\pi}{150\sqrt{(4,4 + 0,86)}} \right) \left[1 + \exp \left(\frac{0,1 \cdot 2,9 (4,4 - 1,52)}{1,6 \cdot 4,4} \right)^{0,68} \right] \right\}^{-3,753} \quad (18)$$

$$G = 2,36$$

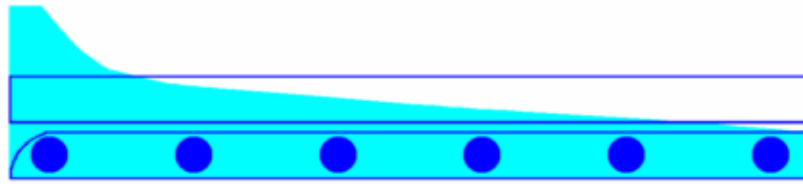
$$S = W \cdot G \quad (19)$$

$$S = 2,9 \cdot 2,36 = 6,8 \quad (20)$$

Didapatkan dari hasil perhitungan, untuk membuat saluran CPS dengan impedansi 150Ω lebar dari kedua *strip* (W) adalah 2,9 mm dipisahkan jarak (S) selebar 6,8 mm.

3.2.4 Perancangan Struktur Transisi

Bagian struktur transisi dari desain referensi yang ditampilkan Gambar 3.5 berikut ini, struktur transisi memiliki 6 buah *via hole* dengan bagian *ground* yang perlahan menyempit menuju nol pada bagian *strip* kedua *coplanar stripline*.



Gambar 3.5. Struktur transisi.

Perancangan struktur transisi dimulai dengan menentukan panjang struktur transisi berada pada setengah panjang gelombang ($\lambda/2$) pada substrat (Kim et al., 2007). Perhitungan panjang struktur transisi ditunjukkan oleh Persamaan 21.

$$\lambda = \frac{c}{f \cdot \sqrt{\epsilon_r}} \quad (21)$$

Dimana c = kecepatan cahaya

f = frekuensi terendah perangkat bekerja

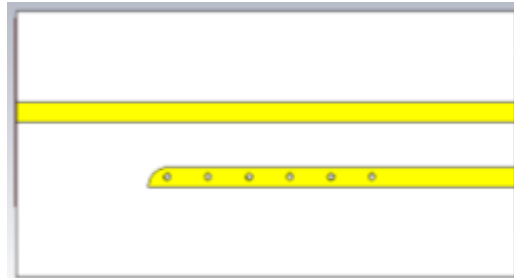
$$\lambda = \frac{c}{f \cdot \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^9 \cdot \sqrt{4,4}} = 0,715 \text{ m} = 71,5 \text{ mm} \quad (22)$$

Didapatkan panjang gelombang pada substrat adalah 71,5 mm, maka panjang struktur transisi adalah 35,75 mm. Mengikuti ketentuan fabrikasi dimana dimensi harus tidak lebih kecil dari 0,1 mm, dimensi dibulatkan menjadi 35,8 mm.

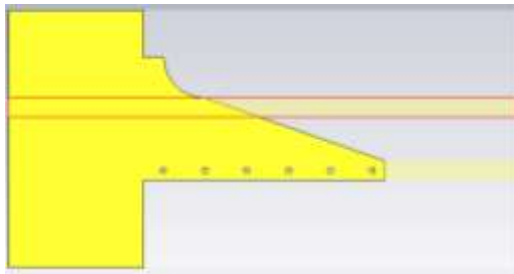
Dimensi parameter lain seperti diameter *via hole* dan bentuk *ground* tidak diketahui sehingga disesuaikan dengan pengamatan. Jarak dari kedua *strip* diatur sesuai dengan hasil perhitungan menggunakan rumus pada Persamaan 13.

3.2.5 Perancangan Perangkat secara Keseluruhan

Setelah didapatkan lebar kedua saluran transmisi dan panjang struktur transisi, struktur keseluruhan dibangun dengan dimensi berdasarkan pengamatan desain referensi. Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 menampilkan bagian atas dan bawah desain awal.



Gambar 3.6. Bagian atas desain awal.



Gambar 3.7. Bagian bawah (Ground) desain awal.

Mengamati desain referensi yang menunjukkan bahwa struktur transisi memiliki panjang terbesar maka untuk panjang masing-masing saluran transmisi diatur menjadi masing-masing memiliki panjang 20 mm serta diameter *via hole* diatur pada 1 mm agar tidak terlalu mengambil banyak area pada *strip*. Tabel 3.2 memuat dimensi dari bagian desain awal.

Tabel 3.2. Detail dimensi desain awal.

Parameter	Dimensi
Panjang Saluran Microstrip	20 mm
Panjang Saluran CPS	20 mm
Panjang Struktur Transisi	35,8 mm
Jarak Kedua Strip CPS	6,8 mm
Lebar Strip Microstrip	2,9 mm
Lebar Kedua Strip CPS	2,9 mm
Lebar Strip Struktur Transisi	2,9 mm
Diameter Via	1 mm

3.3 Fabrikasi

Tahap fabrikasi dilakukan setelah hasil simulasi rancangan sudah sesuai dengan spesifikasi dan tidak akan ada perubahan dalam desain. Fabrikasi dilakukan di tempat fabrikasi PCB yang menyediakan bahan substrat FR4.

3.4 Pengukuran Kinerja Perangkat

Pengukuran kinerja perangkat dilaksanakan di LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia). Hasil dari pengukuran ini akan dibandingkan dengan hasil simulasi perangkat yang dilakukan menggunakan CST Studio Suite.

3.5 Perangkat Penunjang Penelitian

Perangkat keras yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah sebuah laptop Lenovo Z410 dengan processor i5-4200M @2.50 GHz dengan sistem operasi Windows 10 serta CST Studio Suite versi 2016 dan Microsoft Excel. Alat ukur yang digunakan adalah sebuah *Network Analyzer* Advantest R3770.

3.6 Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah mendapatkan hasil simulasi dari desain awal. Hasil simulasi dibandingkan dengan parameter kinerja yang harus dicapai. Setelah itu, dilakukan optimalisasi pada desain sampai parameter kinerja dapat dicapai. Setelah dirasa seluruh parameter kinerja desain tercapai, proses perancangan dihentikan dan dilanjutkan proses fabrikasi.

Analisis data kembali dilakukan setelah dilakukan pengukuran perangkat yang telah difabrikasi. Hasil pengukuran akan dibandingkan dengan hasil simulasi rancangan yang optimal.

